

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 ALAT YANG DIGUNAKAN

Penelitian ini menggunakan suatu *software* simulasi dalam menganalisis kinerja pada masing-masing level modulasi untuk perencanaan jaringan *microcell* LTE dengan menggunakan modulasi QPSK, 16QAM, 64QAM dan 256QAM. *Software* simulasi yang diimplementasikan pada penelitian ini yakni *software* Atoll.

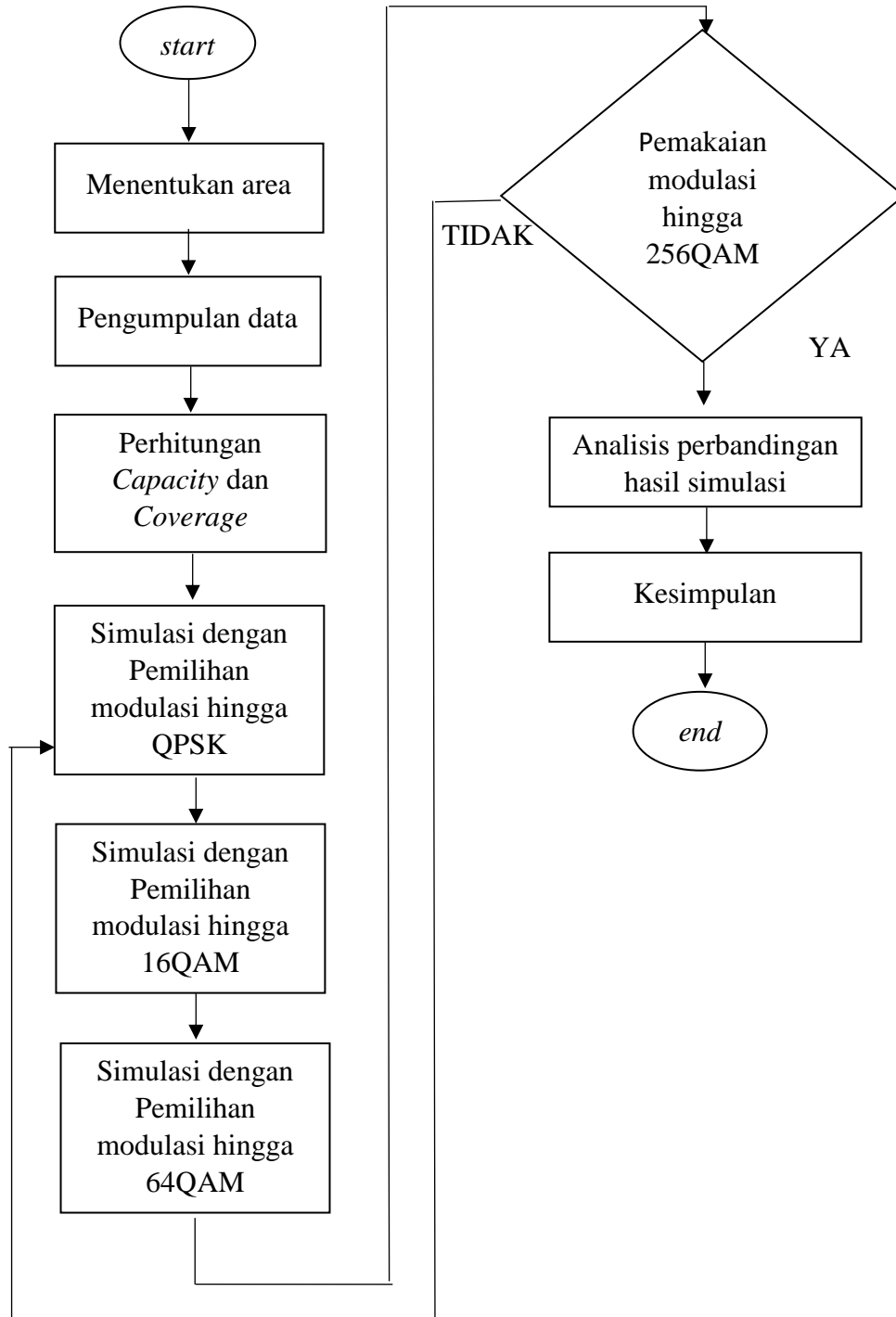
Atoll merupakan suatu *software radio planning* yang menyediakan fitur-fitur yang komperhensif dan terpadu sehingga dapat digunakan untuk membuat proyek perencanaan *microwave* ataupun perencanaan radio dalam satu aplikasi.

3.2 ALUR PENELITIAN

Sebagaimana dijelaskan pada Gambar 3.1 bahwa pada anlisis perbandingan variasi level modulasi, dimulai dari tahap awal yaitu menentukan area yang menggunakan jaringan *microcell* untuk dianalisa performansi variasi level modulasi pada jaringan tersebut. Pada penelitian ini area yang diambil yaitu Pasar Glodok, Jakarta Barat. Langkah berikutnya yakni melakukan pengumpulan data mengenai *site existing* jaringan *microcell* yang terdapat pada Pasar Glodok. Data *site existing* pada jaringan *microcell* di Pasar Glodok dapat dilihat pada Tabel 3.1

Apabila data sudah didapatkan, selanjutnya melakukan perhitungan *capacity* dan *coverage* untuk semua modulasi yang digunakan yakni modulasi QPSK, 16QAM, 64QAM dan 256QAM. Setelah melakukan perhitungan pada semua modulasi maka selanjutnya melakukan simulasi di *software* atoll. Untuk simulasi pertama menggunakan pemilihan modulasi QPSK, simulasi kedua menggunakan modulasi hingga 16QAM, simulasi ketiga menggunakan modulasi hingga 64QAM dan terakhir simulasi keempat menggunakan modulasi hingga 256QAM. Apabila penggunaan modulasi belum mencapai 256QAM maka simulasi ditambahkan hingga simulasi dengan penggunaan modulasi hingga 256QAM. Setelah mencapai tingkat modulasi 256QAM maka langkah selanjutnya yaitu membuat analisis

perbandingan hasil simulasi dari tiap-tiap modulasi yang digunakan berdasarkan parameter hasil simulasi yang digunakan yaitu RSRP, CINR, BER, *throughput* dan *user connected*. Langkah terakhir yakni menarik kesimpulan dari hasil analisis perbandingan.



Gambar 3. 1 Flowchart alur penelitian

Tabel 3. 1 Data *site existing*

<i>Site name</i>	Pasar Glodok	Pasar Glodok
<i>Longitude</i>	106.812731	106.812731
<i>Latitude</i>	-6.141361	-6.141361
<i>Sector No</i>	1	2
DL EARFCN	1850	1850
UL EARFCN	19850	19850
PCI	41	39
MIMO	2	2
<i>Antenna Type</i>	K739489	K739489
<i>Azimuth</i>	110	300
<i>Height</i>	6	6

3.3 KONDISI EKSISTING

3.3.1 Profil Pasar Glodok

Kawasan Glodok merupakan salah satu pusat perdagangan DKI Jakarta khususnya terletak di Wilayah Kotamadya Jakarta Barat dan terbagi atas 8 Kecamatan yakni Kecamatan Taman Sari, Kecamatan Tambora, Kecamatan Grogol Petamburan, Kecamatan Palmerah, Kecamatan Kebon Jeruk, Kecamatan Kembangan, Kecamatan Cengkareng dan Kecamatan Kalideres. Kawasan pusat perdagangan Glodok sebagian besar terletak di Kecamatan Taman Sari termasuk lokasi Pasar Glodok. Pasar Glodok berlokasi di Jalan Glodok Selatan, Kecamatan Taman Sari tepatnya berada dipertigaan antara Jalan Gajah Mada dan Jalan Pancoran. Jenis usaha pedagang di Pasar Glodok menurut informasi dari PD. Pasar Jaya antara lain yakni hasil bumi pangan, kelontong, tekstil, barang elektronik, emas, jasa lainnya. Luas lahan Pasar Glodok mencapai 8.121 m² dengan luas bangunan 35.997 m² terdiri dari 8 lantai dengan daya tampung lahan parkir

mencapai 400 kendaraan. Seluruh ruangan dan lantai Gedung menggunakan fasilitas pendingin ruangan sentral sebanyak 2 unit dan pendingin ruangan split 2 unit. Guna memudahkan perpindahan pengunjung antar lantai di Pasar Glodok disediakan fasilitas *escalator* sebanyak 20 unit dan *lift* 3 unit termasuk *lift* untuk barang dan daya listrik. Disekitar lokasi Pasar Glodok lingkungannya terdiri atas pemukiman penduduk, perkantoran dan pertokoan. Secara struktur organisasi Pasar Glodok berada dalam area 07 Glodok yang dibagi menjadi 11 pasar antara lain Pasar Glodok, Gang Kelinci, Ikan Luar Batang, Jembatan Lima, Kampung Duri, Muara Angke, Pasar Pagi, Penjagalan, Peniagaan, Pluit dan Teluk Gong. Akses untuk menuju Kawasan Pasar Glodok dapat melalui jalan utama sangat minim yakni untuk arah dari utara melalui Jalan Pintu Besar Selatan yang memutar melalui Jalan Hayam Wuruk, sedangkan dari arah selatan hanya dapat diakses dari Jalan Gajah Mada untuk kendaraan roda empat, sedangkan untuk kendaraan roda dua dan angkutan umum relatif cukup banyak jalan menuju Kawasan Pasar Glodok [15].

Gambar 3. 2 Kawasan Pasar Glodok [15].



3.4 PARAMETER PENELITIAN

3.4.1 Parameter Hasil Simulasi

Untuk mengetahui baik atau tidaknya hasil dari simulasi, maka dapat dilihat pada parameter tabel berikut ini yang menjadi dasar parameter hasil simulasi.

1. RSRP (*Reference Signal Received Power*)

RSRP merupakan *power* dari sinyal yang di terima dari *eNodeB* ke UE. Semakin dekat dengan *-serving sit*, semakin baik kuat sinyal yang diterima oleh *user*. Akan tetapi apabila saat menjauh dari *coverage serving site* semakin buruk kuat sinyal yang diterima oleh *user* [7].

Tabel 3. 2 Standart KPI RSRP [7].

<i>Category</i>	<i>Range Nilai RSRP (dBm)</i>
<i>Good</i>	-70 to -90
Normal	-91 to -110
<i>Bad</i>	-110 to -130

2. CINR (*Carrier to Interference and Noise Ratio*)

CINR merupakan parameter daya signal carrier terhadap daya sinyal penginterferensi. Standart KPI pada CINR tertera pada Tabel 3.3

Tabel 3. 3 Standart KPI CINR [6].

<i>Category</i>	<i>Range Nilai CINR (dBm)</i>
<i>Bad</i>	CINR level ≤ 5
<i>Average</i>	$5 \geq$ CINR level ≤ 15
<i>Good</i>	$15 \geq$ CINR level ≤ 25
<i>Very Good</i>	CINR level ≥ 25

3. BER (*Bit Error Rate*)

Bit Error Rate adalah perbandingan jumlah bit salah yang diterima *receiver* terhadap jumlah bit yang dikirim. Dalam realisasinya BER sangat dipengaruhi oleh *noise* karena *noise* dapat menyebabkan adanya kesalahan proses deteksi [6].

4. *Throughput* dan *user connected*

Throughput adalah sebuah data dalam satuan *bit per second* (bps), yang telah diterima oleh suatu penerima pada sebuah jaringan. *Throughput* memiliki satuan *bit per second* (bps) dengan jumlah *throughput* yang merupakan jumlah rata-rata dari bit yang telah berhasil diterima semua terminal pada sebuah jaringan dan *user*

connected merupakan salah satu parameter yang mengukur jumlah *user* yang telah tersambung atau mengakses layanan dari total keseluruhan *user* yang ada [7].

3.5 COVERAGE PLANNING

3.5.1 Perhitungan *Link Budget*

Perhitungan *link budget* digunakan untuk estimasi kebutuhan *site* pada suatu wilayah dengan metode daerah cakupan dan dilakukan dengan memperhatikan suatu perangkat jaringan dalam menjangkau wilayah layanan tersebut. Kondisi propagasi gelombang dari *transmitter* ke *receiver* tidak lepas dari pengaruh banyaknya redaman yang muncul akibat kondisi lintasan yang dilalui oleh gelombang. Redaman tersebut dipengaruhi beberapa hal yakni frekuensi yang digunakan, jarak antar *transmitter* dan *receiver*. Redaman lintasan ini, digunakan untuk memberikan informasi mengenai jarak jangkauan dari perangkat jaringan yang direncanakan. Maka agar dapat mengetahui redaman lintasan tersebut perlu dilakukan perhitungan *link budget* dengan mempertimbangkan sensitivitas suatu penerima saat menerima gelombang yang dipancarkan oleh pengirim. Hasil dari perhitungan disebut dengan *Maximum Allowed Path Loss* (MAPL).

3.5.2 Perhitungan MAPL

Perhitungan MAPL digunakan untuk menentukan redaman maksimum dari propagasi gelombang yang masih diperbolehkan agar eNodeB dan UE dapat berkomunikasi dengan baik di wilayah cakupan.

Tabel 3. 4 Parameter *link budget downlink* [16].

<i>Downlink</i>		
<i>Parameter</i>	<i>Unit</i>	<i>Calculation</i>
<i>Tx Power AP (Pt)</i>	dBm	A
<i>Antenna gain AP (Gt)</i>	dBi	B
<i>Cable Losses AP (Lt)</i>	dB	C
<i>EIRP</i>	dBm	D=A+B+C

<i>Parameter</i>	<i>Unit</i>	<i>Calculation</i>
<i>Receiver</i>		
<i>UE Noise Figure</i>	dB	E
<i>Thermal Noise</i>	dBm	$F=K*T*B$
<i>Receiver Noise Floor</i>	dBm	$G=E+F$
<i>SINR</i>	dB	H
<i>Receiver Sensitivity</i>	dBm	$I=G+H$
<i>Interference Margin</i>	dB	J
<i>Penetration Loss</i>	dB	K
<i>Fading Margin</i>	dB	L
<i>RX antenna Gain</i>	dB	M
<i>Body Loss</i>	dB	N
MAPL		$D-I-J-K-L+M-N$

Tabel 3. 5 Parameter *Link Budget Uplink* LTE [16].

<i>Uplink</i>		
<i>Parameter</i>	<i>Unit</i>	<i>Calculation</i>
<i>Tx Power AP (Pt)</i>	dBm	A
<i>Antenna gain AP (Gt)</i>	dB _i	B
<i>Cable Losses AP (Lt)</i>	dB	C
<i>EIRP</i>	dBm	$D=A+B+C$
<i>Receiver</i>		
<i>UE Noise Figure</i>	dB	E
<i>Thermal Noise</i>	dBm	$F=K*T*B$
<i>Receiver Noise Floor</i>	dBm	$G=E+F$
<i>SINR</i>	dB	H
<i>Receiver Sensitivity</i>	dBm	$I=G+H$
<i>Interference Margin</i>	dB	J

<i>Parameter</i>	<i>Unit</i>	<i>Calculation</i>
<i>Penetration Loss</i>	dB	K
<i>Fading Margin</i>	dB	L
<i>RX antenna Gain</i>	dB	M
<i>Body Loss</i>	dB	N
MAPL		D-I-J-K-L+M-N

3.5.3 Perhitungan Model Propagasi *Outdoor*

Pada perencanaan dengan frekuensi 1800 MHz, untuk LTE menggunakan model propagasi COST 231-Hatta. Untuk persamaan model COST 231-Hatta adalah sebagai berikut [7].

$$L_p = 46,3 + 33,9 (\log f_c) - 13,82 \log h_{Te} - a(hm) + (44,9 - 6,55 \log h_{Te}) \log D + CM \quad (3.1)$$

$$a(hm) = (1,1 \log f_c - 0,7) hm - (1,56 \log f_c - 0,8) \quad (3.2)$$

Keterangan :

f_c = frekuensi transmisi (1500 MHz – 2000 MHz).

h_{Te} = tinggi antena eNodeB

h_m = tinggi antena UE

$a(hm)$ = faktor koreksi antar antena UE.

D = jarak antara eNodeB dengan UE (1km – 20km).

CM = 0 dB untuk kota menengah dan kota sub urban.

3 dB untuk daerah pusat kota (metropolitan).

Model propagasi cost 231-Hatta lebih tepat diaplikasikan untuk perencanaan jaringan LTE dengan frekuensi 1800 MHz.

3.5.4 Perhitungan Luas Sel

Pada perhitungan luas sel menggunakan persamaan sebagai berikut [7].

$$L_{sel} = 2,6 \times d^2 \quad (3.3)$$

Keterangan :

Lsel = Luas sel (Km)

d = Jari-jari sel (Km)

3.6 CAPACITY PLANNING

3.6.1 Menentukan *Forecasting* Jumlah Pelanggan

Total *user* potensial yakni jumlah total *user* yang berpotensi membutuhkan layanan jaringan LTE. Dalam menentukan *total user* potensial membutuhkan beberapa parameter yakni populasi penduduk, penetrasi usia produktif, penetrasi LTE dan market *share* operator. Persamaan faktor pertumbuhan *user* sebagai berikut [6].

$$P_n = P(1 + GF)^n \quad (3.4)$$

Keterangan :

P_n = Jumlah penduduk tahun ke-n

GF = Faktor pertumbuhan penduduk (0,37%)

P_0 = Jumlah pengunjung hingga tahun ke-n

N = Tahun ke-n

Sedangkan untuk persamaan *total target user*, dapat menggunakan persamaan sebagai berikut [6].

$$Total\ target\ user = P_n \times A \times B \times C \quad (3.5)$$

Keterangan :

P_n = Jumlah penduduk tahun ke-n

A = Jumlah penduduk usia produktif atau penetrasi pengguna seluler

B = Market *share* operator

C = Penetrasi *user* LTE operator

3.6.2 Menentukan *Traffic* dan Model Layanan

Penentuan parameter dalam trafik dan model layanan yang digunakan dalam LTE untuk memaksimalkan *throughput* yang ingin dicapai [16].

$$Throughput = Bearer\ rate \times Session\ time \times Session\ duty\ ratio \times \left[\frac{1}{(1 - BLER)} \right] \quad (3.6)$$

Keterangan :

Bearer Rate = kecepatan bearer layanan pada layer aplikasi.

Session Time = lama durasi tiap sesi layanan.

Session Duty Ratio = rasio kecepatan transmisi tiap layanan.

BLER = *Block Error Rate*.

Pada nilai-nilai tersebut telah terdapat parameter standart referensi Huawei dapat dirincikan pada Tabel 3.6

3.6.3 Menghitung Traffic Model Parameter

Pada traffic model digunakan sebagai penentu perkiraan kebutuhan trafik user. Terdapat dua parameter yakni *penetration rate* dan *busy hour service attempt* (BHSA). *Penetration rate* digunakan untuk menunjukkan proporsi dari tiap layanan dan *busy hour service attempt* digunakan untuk sesi percobaan tiap *user* pada tiap layanan. Untuk mempermudah perhitungan, trafik model yang digunakan menggunakan standarisasi dari Huawei sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.7

Tabel 3. 6 Parameter Model Layanan LTE [17].

Trafik Para Meter	Uplink				Downlink			
	<i>Bearer rate</i>	PPP <i>Session Time</i>	PPP <i>Session Day Ratio</i>	BLER	<i>Bearer rate</i>	PPP <i>Session Time</i>	PPP <i>Session Day Ratio</i>	BLER
<i>Voip</i>	26,9	80	0,4	1%	26,9	80	0,4	1%
<i>Video Conference</i>	62,53	1800	1	1%	125,1	1800	1	1%
<i>Real Time Gaming</i>	31,26	1800	0,2	1%	250,1	1800	0,2	1%
<i>Streaming Media</i>	31,26	3600	0,05	1%	15,6	3600	0,95	1%
<i>IMS Signaling</i>	15,63	7	0,2	1%	15,63	7	0,2	1%

Traffik Para Meter	Uplink				Downlink			
	Bearer rate	PPP Session Time	PPP Session Day Ratio	BLER	Bearer rate	PPP Session Time	PPP Session Day Ratio	BLER
Web Browsing	62,53	1800	0,05	1%	250,1	1800	0,05	1%
FTTP	140,69	600	1	1%	750,3	600	1	1%
Video Phone	62,53	70	1	1%	62,5	70	1	1%
Email	140,69	50	1	1%	750,3	15	1	1%
P2P File Sharing	250,11	1200	1	1%	750,4	1200	1	1%

Tabel 3. 7 Parameter Model Trafik LTE [17].

User Behavior	Dense Urban		Urban		Suburban		Rural	
	Penetration Ratio	BHS A	Penetration Ratio	BHS A	Penetration Ratio	BHS A	Penetration Ratio	BHS A
Voip	100%	1,4	100%	1,3	50%	1	50%	0,9
Video Convergence	20%	0,2	15%	0,15	10%	0,1	5%	0,05
Realtime Gaming	30%	0,2	20%	0,2	10%	0,1	5%	0,1
Streaming Media	15%	0,2	15%	0,15	15%	0,1	15%	0,1
IMS Brow Sing	40%	5	40%	4	40%	3	40%	3
Web Brow Sing	100%	0,6	100%	0,4	100%	0,3	100%	0,2
FTP	20%	0,3	20%	0,3	20%	0,2	20%	0,2
Video Phone	20%	0,2	20%	0,16	20%	0,1	20%	0,05
Email	10%	0,4	10%	0,3	10%	0,2	10%	0,1
P2P File Sharing	20%	0,2	20%	0,3	20%	0,2	20%	0,1

3.6.4 Menghitung *Network Throughput*

Pada perhitungan *network throughput* dilakukan untuk mengetahui kebutuhan kapasitas jaringan. Sebelum menghitung *network throughput*, terlebih dahulu menghitung beberapa parameter seperti *peak to average ratio*, *cell capacity* dan *single user throughput*. *Peak to average ratio* merupakan asumsi presentasi tertinggi untuk lonjakan trafik di jaringan dalam kondisi dan waktu tertentu. *Peak to average ratio* ini memiliki nilai yang berbeda-beda pada tiap daerah hal ini karena semakin padat suatu wilayah maka semakin tinggi asumsi lonjakan trafiknya, parameter ini dimaksudkan untuk mengantisipasi lonjakan trafik di jaringan yang akan direncanakan. *Single user throughput* merupakan suatu parameter yang menunjukkan total *throughput* yang didapatkan oleh satu *user* dengan menggunakan beberapa layanan tertentu. Perhitungan *single user throughput* dapat dihitung dengan menggunakan formula (3.7) sebagai berikut [16].

Single User Throughput

$$= \left[\sum \left(\frac{\text{throughput}}{\text{session}} \right) \times \text{BHSA} \times \text{Penetration ratio} \times (1 + \text{Peak to averation}) \right] \quad (3.7)$$

Keterangan :

- BHSA = *service attempt in busy hour*
Penetration rate = penetrasi jaringan tiap daerah
Peak to Average Ratio = penetrasi rata-rata tiap daerah

Tabel 3. 8 *Peak to Average Ratio* [17].

<i>Morphology</i>	Dense Urban	Urban	SubUrban	Rural
<i>Peak to Average Ratio</i>	40%	20%	10%	0%

Langkah selanjutnya dalam menghitung parameter *network throughput* yaitu [16].

$$\text{UL network throughput (IP)} = \text{Total user number} \times \text{UL single user throughput} \quad (3.8)$$

$$DL \text{ network throughput (IP)} = \text{Total user number} \times DL \text{ single user throughput} \quad (3.9)$$

Nilai total *network throughput* yang didapatkan merupakan nilai *throughput* pada layer IP yang harus dikonversikan terlebih dahulu agar mendapatkan nilai *throughput* pada layer MAC, karena *throughput* yang akan diperoleh *user* adalah *throughput* pada layer MAC. Perhitungan *throughput* pada layer MAC dari sisi *downlink* dan *uplink* dapat menggunakan persamaan (3.10) [17].

$$\text{Total network throughput (MAC layer)} = \frac{\text{Total network throughput (IP)}}{A \times B \times C} \quad (3.10)$$

Dimana (A×B×C) didapatkan dari perkalian *relative efficiency packet*, dapat dilihat berdasarkan Tabel 3.9

Tabel 3. 9 *Relative efficiency packet* [17].

Protokol Layer	Average Packet	Relative Efficiency	Symbol
IP	300		
PDCP	302	0,993377483	A
RLC	304	0,993421053	B
MAC	306	0,993464052	C
PHY			

Setelah mendapatkan nilai dari *network throughput*, perhitungan *cell capacity* perlu dilakukan hal ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas yang dibutuhkan sesuai dengan total *network throughput* yang telah didapatkan pada perhitungan sebelumnya. Perhitungan *cell capacity* dapat dihitung menggunakan formula sebagai berikut [17].

$$DL \text{ cell capacity} - CRC = (NRE - NcRE - NrRE) \times (\text{code bit}) \times (\text{code rate}) \times Nrb \times C \times 1000 \quad (3.11)$$

$$UL \text{ cell capacity} - CRC = (NRE - NrReUL) \times (\text{code bit}) \times (\text{code rate}) \times Nrb \times C \times 1000 \quad (3.12)$$

Keterangan :

UL *throughput* = Uplink layer throughput.

DL *throughput* = Downlink layer throughput.

CRC = Cyclic Redundancy Check (24 bit).

NRE = jumlah *resource element* (RE) dalam 1 ms (168).

NcRE = jumlah *control channel* RE dalam 1 ms (36).

NrRE = jumlah *reference signal* RE dalam 1 ms (12).

NrREUL = jumlah *reference signal* RE dalam 1 ms pada *uplink* (24).

Code bit = modulation efeciency.

Code rate = channel coding rate.

Nrb = jumlah *resource blok* yang akan digunakan .

C = mode antena MIMO.

Untuk mengetahui nilai *code bit* dan *code rate* dapat dilihat pada Tabel 3.10 Nilai *code rate* dan *code bit* pada tiap modulasi berbeda.

Tabel 3. 10 Parameter skema mapper *modulation* dan SINR [13].

<i>Modulation</i>	<i>Code bit</i>	<i>Code rate</i>	SINR (dB)
QPSK	2	1/3	0
QPSK	2	1/2	1,5
QPSK	2	2/3	4,0
QPSK	2	3/4	5,0
QPSK	2	4/5	5,5
16 QAM	4	1/2	7,0
16 QAM	4	2/3	10,0
16 QAM	4	3/4	11,5
16 QAM	4	4/5	13,0
64 QAM	6	2/3	15,0
64 QAM	6	3/4	17,0

<i>Modulation</i>	<i>Code bit</i>	<i>Code rate</i>	SINR (dB)
64 QAM	6	4/5	18,5
256 QAM	8	2/3	20,0
256 QAM	8	$\frac{3}{4}$	22,0
256 QAM	8	4/5	24,0
256 QAM	8	7/8	27,0